

SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURE

PUB. NO.: 54-040569 [JP 54040569 A]

PUBLISHED: March 30, 1979 (19790330)

INVENTOR(s): ODATE MITSUO

NISHIUCHI TAJI

APPLICANT(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP [000601] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL NO.: 52-107459 [JP 77107459]

FILED: September 06, 1977 (19770906)

INTL CLASS: [2] H01L-023/48; H01L-021/58

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS — Solid State Components)

JOURNAL: Section: E, Section No. 113, Vol. 03, No. 61, Pg. 92, May 26, 1979 (19790526)

ABSTRACT

PURPOSE: To make excellent contact by pressure-holding an semiconductor element by interposing oil or grease containing powdery metal between the main electrode of the element and an external electrode.

09日本国特許庁

10特許出願公開

# 公開特許公報

昭54—40569

50Int. Cl.<sup>2</sup>

H 01 L 23/48

H 01 L 21/58

識別記号 52日本分類

99(5) C 11

庁内整理番号

7357—5F

7357—5F

43公開 昭和54年(1979)3月30日

発明の数 2

審査請求 未請求

(全 5 頁)

51半導体装置およびその製造方法

20特 願 昭52—107459

22出 願 昭52(1977)9月6日

23発 明 者 大館光雄

伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱

電機株式会社北伊丹製作所内

72発 明 者 西内泰治

伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱

電機株式会社北伊丹製作所内

74出 願 人 三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2

番3号

74代 理 人 弁理士 葛野信一 外1名

## 明 細 書

### 1. 発明の名称

半導体装置およびその製造方法

### 2. 特許請求の範囲

(1) 2つの主電極と1つ以上のp-n接合を備えた半導体素子。前記半導体素子の各主電極に電気的、熱的にそれぞれ加圧接触された外部電極から構成された加圧接触形半導体装置において、前記半導体素子の少なくとも1つの主電極と前記外部電極との間に粉末金属を混入した油またはグリースを介在させ加圧保持したことを特徴とする半導体装置。

(2) 2つの主電極と1つ以上のp-n接合を備えた半導体素子。前記半導体素子の各主電極に電気的、熱的にそれぞれ加圧接触された外部電極から構成された加圧接触形半導体装置の製造方法において、前記半導体素子の少なくとも1つの主電極と前記外部電極との間に粉末金属を混入した油またはグリースを介在させ、あらかじめ最終加圧保持圧力以上の圧力を少なくとも1回以上加圧し、

その後、加圧を徐々に減じて最終加圧保持圧力にして保持させることを特徴とする半導体装置の製造方法。

### 3. 発明の詳細な説明

この発明は、半導体素子の主電極と、これに圧接された主電極体の外部電極間の電気的、熱的接触抵抗を減少させた半導体装置およびその製造方法に関するものである。

半導体素子の大電力化に伴い、金属間、特に半導体素子の主電極と、これに圧接される外部電極間との電気的、熱的接触抵抗を減少させることが問題となる。これらの接触抵抗を減少させるには、従来、半導体素子をラフビングして、平面度、平行度を向上させたり、半導体素子と外部電極との間に薄い金属、例えば銀、金等の膜を挿入したり、圧接力を大きくする方法が行われていた。半導体素子は1つ以上のp-n接合をもつたシリコン円板と、それと熱膨張係数の類似した金属、例えばモリブデン、タングステン円板等の支持板とを、アルミニウム等のろう材を用いて真空中、還元性ガ

スあるいは不活性ガス中で加熱してろう付けおよび合金が行われ形成される。

ところで、半導体素子の大口径化に伴い、半導体素子の径も85~100mmにもなり、シリコン板と支持板とろう付け、合金を行つたとき、シリコン板の周縁部に大きなストレスが残り、それが半導体素子の電気特性を悪化したり、各材料の熱膨張率によるパイノタル作用により、半導体素子が大きく反り等の問題が発生する。特に大口径の半導体素子の電気特性を改善するためには、シリコン板のストレスを効力軽減する必要がある。ストレスを軽減させるためにはシリコン板の曲げおよび厚みに適合させて、支持板の厚みを厚くすることにより解決することができ、しかしながらこれは半導体素子の反りのより増大を招くことになり、そのまま(ろう付け、合金完了)の状態で圧接力を加えて半導体素子と外部電極とを接続させようとする、シリコン板の反りを矯正する過程においてシリコン板内部のストレスの変動、ひいてはシリコン板内部でのクラックの発生を招

き、電気特性を劣化させてしまう。これについてさらに図1図を用いて説明する。

第1図は半導体装置の断面図を示すものである。この図で1は半形ダイオード等の半導体素子であり、 $p$ 、 $p^+$ 層を有するシリコン板2がシリコン板2を挟みするセリブデンからなる支持板3、アルミニウム・アルミニウム・シリコン共晶層4によつてろう付けされ加熱されている。5はアルミニウム層により形成されたアルミニウム電極であり、以上で半導体素子1が形成されている。この半導体素子1は上、下に電気、熱を取り出すための割からなる第1の外部電極6と第2の外部電極11とが配置され、圧接状態で保持される。7はセラミックあるいはガラス等からなる基板絶縁体であり、一方の端は第1の外部電極6に割からなるダイヤフラム8がろう付けされ、他方の端は、鉄ニッケル合金からなる導電リング9がろう付けされて、以上で第1の主電極体10が形成される。導電リング12は第2の外部電極11とろう付けされる。13は導電部分を示す。以上で第2の主

電極体14が形成される。15は冷却フィンである。

一般的には、各々の外部電極6、11は、平面度、平行度は20mm以下で表面粗さは10mm以下の加工が行われており、さらにニッケル、銅、銀、金メッキが5mm位施されている。

この半導体装置を組立てるには、先ず第1の主電極体10に半導体素子1を挿入し、次に第2の主電極体14をかぶせて、不活性雰囲気中で各々の導電リング9、12をアークまたは抵抗加熱にて溶接が行われて半導体装置が完成する。このように組立てられた半導体装置に、さらに両電極の外部に熱および電気を取り出し、かつ、熱を冷却する冷却フィン15が圧接力で圧接される。

このように形成された半導体装置は半導体素子1の大口径化により、前述のように半導体素子1の径も大きくなり圧接力Pによつて、反りが矯正されることにより発生するシリコン板2のストレスの増大ひいては、クラックの発生により半導体素子1の電気特性が劣化し、ひどいときには破

壊する事態が起こる。また、反りを矯正させる圧接力Pが不足した場合は熱的特性が悪くなり、半導体素子1を劣化、破壊させる。そのための対策は第2図(a)に示す半導体素子1を第2図(b)、(c)、(d)のような方法において、これらの問題発生を抑えている。すなわち第2図(b)のようにラッピングにより平面度、平行度を小さくするか、第2図(c)のように表面に糸かくて電気・熱伝導の良い金、銀等の貴金属層を設ける。さらには第2図(d)のように圧接力Pをα倍して大きくする等の方法である。

しかし、第2図(b)のように純い金属をラッピングすることは、その作業に必要ない時間と、大きな設備投資が必要となり、さらには力と工性の増加につながり、また、ラッピング後の半導体素子表面の汚染・除去に神経を使うことになる。次に、第2図(c)のように貴金属層を設けることは、反りの増大ともない厚みも厚くなり、材料費の上昇につながる。さらに、第2図(d)のように圧接力を大きくすることは半導体装置の機械的

温度の増加を伴い、半導体装置の寿命を大きくする結果となり好ましくない等、いずれの方法にも多くの問題があつた。

この発明は、上述の点にかんがみ込まれたもので、大きく反りの発生している半導体素子に小さな圧接力によつて、電気特性、熱特性を充分満足させ、かつ半導体装置を構成する半導体素子の各主電極とこれに圧接する各々の外部電極とが良好な接触が得られ、さらばコスト、工程の増加、装置の大形化を伴わないようにしたものである。以下この発明について説明する。

第3図はこの発明の一実施例を示す断面図で、第1図と同一符号は同一部分を示し、18は前記半導体素子1の大きな反りに介在させた粉末金属層を覆した油またはグリースである。このように油またはグリースを介在させることにより、第2図(a)、(b)、(c)で説明した従来の不都合をことごとく除去することができる。

第3図の半導体装置の組立ては、半導体素子1の主電極と各々の外部電極6、11と接触する部

は1.1以上の数字)をかけたときである。さらに第4図(c)は、最終加圧圧接力 $P'$ のときであるが、第4図(b)の $\alpha \cdot P'$ より圧力を徐々に減じたものであり、この圧接力 $P'$ で半導体装置の動作が行われる。ここでいう圧接力 $P'$ は $9.9 \text{ kg/cm}^2$ 以下であり、 $\alpha$ は半導体素子1の口径と反り、各々の外部電極6、11の材質、熱処理および表面状態、ノックの距離等によつて決められる定数であるが実験によれば2.5以上は越えなかつた。

次に油またはグリース18の状態を説明すると、第4図(a)では半導体素子1と各々の外部電極6、11間には、油またはグリース18が存在し、第4図(c)では徐々に圧力 $\alpha \cdot P'$ を減じて最終保持圧力 $P'$ に至ると、半導体素子1の反りが弾性変形によりもどり、半導体素子1と各々の外部電極6、11間に空間ができるが、油またはグリース18の表面張力により、この空間部に油またはグリース18が残り、この部分でも電気、熱の伝導が行われ、その結果、接触熱抵抗値および接触電気抵抗値(順電圧降下)が従来の比べて各々15%と

分のみの両面に油またはグリース18を塗布する。この際、接触部以外の部分に塗布することは、耐湿性の問題から充分注意して行う必要がある。次に従来の同じように第1の主電極10と半導体素子1を挿入してから第2の主電極14をかぶせて、各々の導線リング8、12の導線を打つた後、内外配電線6、11に冷却フィン15が圧接力 $P'$ で圧接される。

このように組立てられた半導体装置は油またはグリース18を塗布した以外は従来のものと同一である。しかしながら、同じ圧接力 $P'$ においては、装置の接触熱抵抗値、接触電気抵抗値は従来の比べて各々10%と減少した。第3図に第4図(a)、(b)、(c)のそれぞれの熱抵抗と順電圧降下の関係を示す。さらに、接触熱抵抗値および接触電気抵抗値を減少させるには、第4図に示した工程を行えばよい。

すなわち、第4図(a)は組立てられたままの圧接力 $P=0$ のときである。第4図(b)は最終加圧圧接力 $P'$ の1.1倍以上の圧接力つまり $\alpha \cdot P' (\alpha$

減少した。この状況を第5図に示す。また油またはグリース18中に入れる粉末金属の粒子の大きさと、熱抵抗値、順電圧降下の関係を第6図に示す。

すなわち、第5図において、縦軸は熱抵抗と順電圧降下を示し、横軸は保持圧力である。曲線1は熱抵抗、曲線2は順電圧降下の圧力に対する変化をあらわしている。

また第6図は横軸に粉末金属の粒子径をとり、縦軸は第5図と同じく熱抵抗と順電圧降下をとつたもので、曲線1は熱抵抗、曲線2は順電圧降下をあらわす。第6図における粉末金属はよく知られたアルミニウム粉を用いたが、実験では比較的安く、かつ、硬度HV 40以下の銅、インジウム、鉛、錫、亜鉛等の単一金属または合金金属でもさしつかえないことが判明している。この実験より、粉末金属の粒子の径は、半導体素子の反りの $1/10$ 以下であれば、大きな効果が得られる。

なお、上記実施例では半形ダイオードについて説明したが、この発明はこれに限定されるもので

なく、タイリスタ、トライアック、トランジスタ等の半形、スタッド形の半導体素子にも応用できることはいうまでもない。

以上説明したようにこの発明によれば、半導体素子と外部電極との圧接力を小さくすることができ、半導体装置に冷却体を取付ける機構が小形化されることはいうまでもなく、最終加圧圧接力が小さいために半導体素子の反りを無理に矯正することがないので、半導体素子を構成するシリコン板の外側面に発生するストレスも減少でき、断続的な動作における疲労の蓄積によるクラックも防げ、電気的特性の劣化が発生しない半導体装置が得られる利点がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の半導体装置の断面図、第2図(a)～(d)は第1図の半導体素子の反りを改善させる従来の方法の説明図、第3図はこの発明の一実施例を示す半導体装置の断面図、第4図は油圧力による半導体素子外部電極間の油またはグリースの接触状態の説明図、第5図は、第4図の過程に

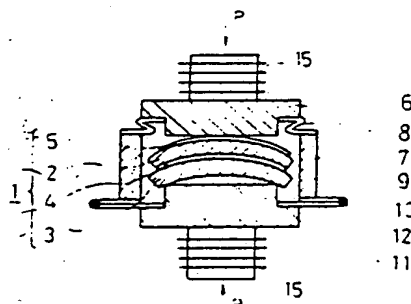
特開54-10569(4)

ける電気・熱特性の固体図、第6図は油またはグリースに浸入される粉末を被覆子(アルミニウム)と電気・熱特性の固体図である。

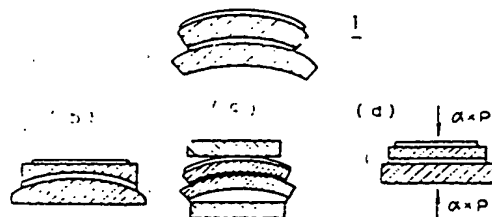
図中、1は半導体素子、2はシリコン板、3は支持板、4はアルミニウム-アルミニウムシリコン共晶層、5はアルミニウム電極、6は第1の外部電極、7は環状絶縁体、8はダイヤフラム、9、12は溶接リング、10は第1の正電極体、11は第2の外部電極、13は溶接部分、14は第2の正電極体、15は冷却フィン、16は油またはグリースである。なお、図中の同一符号は同一または相当部分を示す。

代理人 島 野 信 一 (外1名)

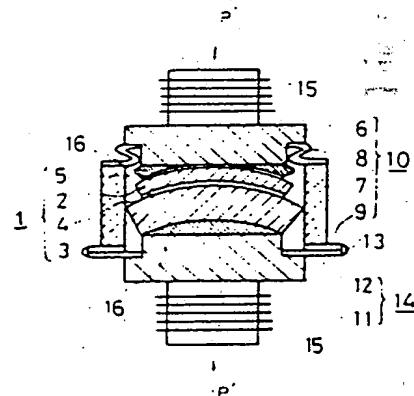
第 1 図



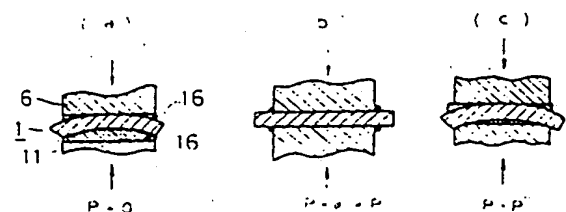
第 2 図



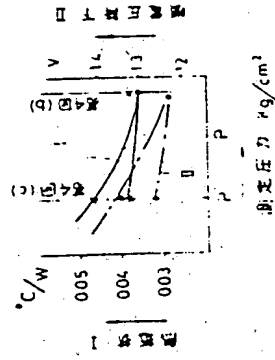
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

